

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Васина Александра Алексеевича
на диссертацию Смирнова Сергея Николаевича
на тему «Гарантированный детерминистский подход
к математическому моделированию финансовых рынков»,
представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 1.2.2. Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ.

В диссертации С.Н. Смирнова предложен и развит новый подход к моделированию финансовых рынков и инструментов, постановке и решению основных задач их математического анализа. Предыдущие исследования в данной области основаны на некоторых гипотезах о динамике цен и других свойствах финансового рынка, которые зачастую не соответствуют практике. В частности, в этих исследованиях, как правило, предполагается, что динамика цен на активы соответствует случайному процессу типа геометрического броуновского движения, рынок является полным, отсутствуют торговые ограничения, и т.п.

В диссертации построена и исследована математическая модель финансового рынка, в которой цены активов эволюционируют детерминистским образом в условиях неопределенности, описываемой при помощи априорной информации о возможных приращениях цен при известной предыстории. Это позволяет отказаться от упомянутых ограничительных гипотез.

Основное внимание в диссертации уделяется задаче суперхеджирования (суперрепликации), для которой предложенный автором гарантированный детерминистский подход позволяет исследовать ряд качественных свойств, таких как непрерывность цены суперхеджирования (в диссертации называемой целевой функцией). Автор развивает методы оптимизации при наличии неопределенности (в том числе метод динамического программирования и методы вычисления минимаксов в смешанных стратегиях) применительно к ряду основных задач финансовой инженерии: моделирования динамики цен, решения задачи суперхеджирования, оценки стоимости

суперрепликации различных опционов и др. Автор подробно анализирует соотношение своих методов и традиционных вероятностных подходов к данным проблемам.

Оригинальный способ численного решения задачи суперхеджирования, предложенный в диссертации, позволяет сводить ее к решению стандартной проблемы вычислительной геометрии — построению выпуклой оболочки конечного множества и стандартной проблемы выпуклой оптимизации. Кроме того, этот способ нацелен на конструктивное получение гарантированной оценки погрешности приближенного решения. Результаты исследования реализованы в виде комплекса программ, позволяющих получать решения для широкого класса прикладных задач.

Об актуальности избранной темы свидетельствует интерес к задаче суперхеджирования, обсуждаемой в ряде свежих публикаций. Например, в статье Carassus L., Lepinette E. (2022), Pricing without no-arbitrage condition in discrete time, J. Math. Anal. Appl., vol. 505, n°1, подчеркивается, что вычисление цены суперхеджирования стало одним из центральных вопросов в математической теории финансов.

Новизна работы связана как с нетрадиционным подходом к построению моделей и соответствующих численных методов, так и с рядом новых понятий, таких как структурная устойчивость моделей финансового рынка. Она заключается в сохранении свойства безарбитражности рынка при малых возмущениях динамики рынка. Предложена адекватная формализация структурной устойчивости, получены геометрические критерии и установлена роль структурной устойчивости для непрерывности решений.

Достоверность полученных результатов подтверждается выступлениями автора на конференциях и семинарах, как российских, так и зарубежных. Основные результаты диссертации представлены в изобретении и в 21 статье, которые опубликованы в рецензируемых изданиях, в том числе, в журналах, цитируемых в базах данных Scopus, WoS и RSCI.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений. Результаты работы формулированы в теоремах и предложениях, снабженных строгими математическими

доказательствами. Работоспособность и эффективность комплексов программ, построенных на основе разработанных численных методах, подтверждена в ходе вычислительных экспериментов.

Замечания

1. В диссертации имеются отдельные опечатки. Так, например, на стр. 307 (русского текста) в сноске 85 фигурирует “Выбор параметра легализации” вместо “Выбор параметра регуляризации”.
2. В формуле (10.4.3) на стр. 294 имеется ошибка — должно быть: $A = \{(x_1, f(x_1)), \dots, (x_k, f(x_k)), (x_1, 0), \dots, (x_k, 0)\}$, что автор, наверное, и имел в виду.
3. В диссертации не приведены способы параметризации модели динамики рынка.

Приведённые замечания не снижают общего положительного впечатления от работы.

Таким образом, диссертация С.Н. Смирнова является крупным вкладом в развитие теории и численных методов математического моделирования финансовых рынков. Диссертация соответствует всем критериям, установленным Порядком присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук в Санкт-Петербургском государственном университете, включая критерий, установленный пунктом 11 настоящего Порядка, а соискатель заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.2.2. — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Член диссертационного совета,
доктор физико-математических наук, профессор,
зам. заведующего кафедрой исследования операций
факультета вычислительной математики и кибернетики
Московского государственного университета

30.05.2023



А. А. Васин